Jb. nass. Ver. Naturkde. **140** S. 159-170 8 Abb. Wiesbaden 2019

Entdeckungen von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium

Erwin Schwab

Kleinplaneten, Asteroiden, Taunus-Observatorium, Physikalischer Verein Frankfurt/Main

K u r z f a s s u n g : Die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte am Standort Taunus-Observatorium wird vom Astronomischen Arbeitskreis des Physikalischen Vereins mit Sitz in Frankfurt am Main betrieben. Auf dem Gebiet der Kleinplaneten-Entdeckungen ist sie mit über 100 anerkannten Funden die erfolgreichste von einem Verein betriebene Sternwarte Deutschlands.

Die entdeckten Himmelskörper gehören fast alle zu den Hauptgürtel-Kleinplaneten. Einer gehört zur Gruppe der Marsbahnkreuzer. Vier Entdeckungen sind in Jupiter-Entfernung, sogenannte Jupiter-Trojaner, welche mit 5 bis 13 km Durchmesser die größten Funde am Taunus-Observatorium sind. Des Weiteren gelang die Entdeckung eines der seltenen gefährlichen erdnahen Asteroiden. Dieser sogenannte NEA (Near Earth Asteroid) erhielt die Bezeichnung 2009 DM45 und wurde sogar als potentiell gefährlicher Asteroid (potentially hazardous asteroid, PHA) eingestuft. Er war erst die 5. Entdeckung eines der Erde gefährlich nahe kommenden kleinen Planeten, die von einer deutschen Sternwarte gemacht wurde und ist seitdem auch die letzte.

Bisher haben 30 der neu gefundenen Himmelskörper einen Namen erhalten. Die Entdecker Stefan Karge, Rainer Kling, Erwin Schwab und Ute Zimmer hatten die Ehre, die Namensvorschläge einzureichen.

Discoveries of minor planets at the Taunus Observatory

Minor planets, asteroids, Taunus observatory, Physical Society of Frankfurt/Main

A b s t r a c t : The Hans Ludwig Neumann Observatory at the location of Taunus Observatorium is operated by the astronomical work group of the Physical Society established in Frankfurt am Main. In the field of minor planet discoveries it is the most successful observatory operated by an association in Germany with more than 100 accredited discovered objects.

Almost all of the discovered celestial bodies belong to the main belt minor planets. One belongs to the group of Mars crossing Asteroids. Four discoveries are in Jupiter distance, so-called Jupiter Trojans, which are the largest ones with 5 to 13 km in diameter, found at the Taunus Observatory. Furthermore, the Taunus Observatory succeeded in discovering one of the rare dangerous Near Earth Asteroids. The designation 2009 DM45 was given to this so-called NEA (Near Earth Asteroid) and it was classified as a potentially hazardous asteroid (PHA). It was the fifth discovery of a hazardous minor planet, which was made by an observatory in Germany and it is also the last one.

So far, 30 of the newly found celestial bodies got a name. The discoverers Stefan Karge, Rainer Kling, Erwin Schwab and Ute Zimmer had the honor to submit the naming proposals.

Inhaltsverzeichnis

1 Definition und Vorkommen der Kleinplaneten 160
2 Nachweis der Kleinplaneten 161
3 Entdeckung von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium 164

4	Erst- und Mehrfachentdeckung von Kleinplaneten	167
5	Die Kleinplanten erhalten Namen	169
6	Literatur	170

1 Definition und Vorkommen der Kleinplaneten

Kleinplaneten sind Himmelskörper, die sich auf einer Umlaufbahn um die Sonne bewegen, aber die Kriterien zur Einstufung zum Großen Planeten (wie z. B. Jupiter, Erde, Mars usw.) nicht erfüllen (Abb. 1). Oftmals werden sie auch als Asteroiden oder Planetoiden bezeichnet. Als die ersten Kandidaten entdeckt wurden, nannte man sie zunächst auch einfach kleine Planeten.

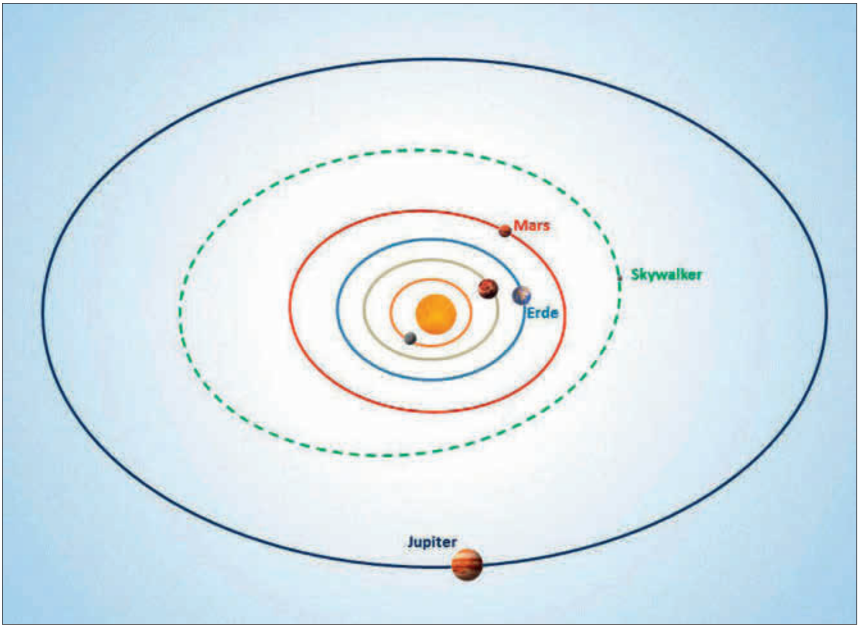


Abbildung 1: Das innere Sonnensystem. Als Beispiel dient die Bahn des Hauptgürtel-Kleinplaneten (274020) Skywalker, einer Entdeckung am Taunus-Observatorium. Er befand sich zum Zeitpunkt seiner Entdeckung am Oppositionspunkt; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 1: The inner solar system. As example is shown the orbit of the main belt minor planet (274020) Skywalker, a discovery of the Taunus Observatory. It was discovered at its opposition point; source: Erwin Schwab.

Heute wird angenommen, dass die Kleinplaneten eine Restpopulation aus der Entstehungsphase des Sonnensystems darstellen. Die Gravitation von Jupiter, dessen Masse am schnellsten zunahm, verhinderte die Entstehung eines größeren Planeten, und es bildete sich der sogenannte Kleinplaneten-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter, eine Anhäufung vieler kleiner Planeten. Seit ein paar

Jahrzehnten werden auch Kleinplaneten jenseits der Neptunbahn entdeckt, die sogenannten transneptunischen, diese befinden sich im Kuipergürtel.

Außerdem gibt es noch Kleinplaneten, die der Erde sehr nahe kommen können. Diese bezeichnet man als Erdbahnkreuzer oder Near Earth Objects (NEOs). International werden sehr große Anstrengungen unternommen, vor allem diese gefährlichen Kleinplaneten zu entdecken und zu katalogisieren. Eine Kollision mit solch einem Himmelskörper von 10 km Durchmesser verursacht eine globale Katastrophe und führte am Ende der Kreidezeit vor ca. 66 Mio. Jahren vermutlich zum Aussterben der Dinosaurier. Träfe ein Asteroid mit 1 km Durchmesser auf Mitteleuropa, wäre Deutschland binnen Sekunden komplett verwüstet.

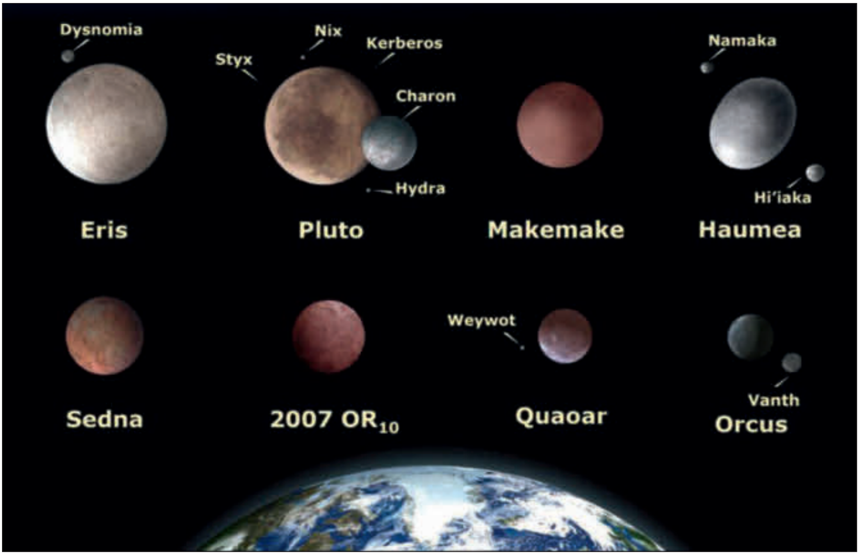


Abbildung 2: Einige der größten bekannten Transneptunischen Objekte (TNOs); Quelle: NASA.
Figure 2: Some of the largest known Transneptunian Objects (TNOs); Source: NASA.

Der erste Kleinplanet, (1) Ceres, wurde bereits 1801 entdeckt und ist das größte Objekt im Kleinplaneten-Hauptgürtel mit fast 1000 km Durchmesser, gefolgt von (2) Pallas sowie (4) Vesta, beide mit um die 560 km Durchmesser.

Im Kuipergürtel gibt es neben dem früher als Großer Planet eingestuften Pluto mit 2400 km Durchmesser weitere Objekte vergleichbarer Größe (Abb. 2).

2 Nachweis der Kleinplaneten

Selbst mit den leistungsfähigsten erdgebundenen Teleskopen sind Oberflächenstrukturen nur bei den größten und nahen Kleinplaneten erkennbar. Erst durch

sehr nahe Vorbeiflüge von Raumsonden gelingt es, einen detaillierten Blick auf dessen Oberfläche zu werfen (Abb. 3).



Abbildung 3: Kleinplanet Ceres, außerhalb der störenden Erdatmosphäre in einer Entfernung von 13600 km von der Raumsonde Dawn aufgenommen. Der weiße Fleck wird als gefrorenes Wasser unter Staub oder auch als helles Natriumkarbonat gedeutet. Ceres hat einen Winkeldurchmesser von nur 0,5 Bogensekunden und ist der Kleinplanet, der von der Erde aus gesehen am größten erscheint. Die Kleinplaneten des Hauptgürtels, die gegenwärtig entdeckt werden, haben einen Durchmesser von ca. 1 km und sind somit tausend Mal kleiner als Ceres; Quelle: NASA.

Figure 3: Minor Planet Ceres. The picture was photographed in a distance of 13600 km by the space probe Dawn, outside the disturbing earth atmosphere. The bright spot is interpreted as frozen water under dust or as sodium carbonate. Ceres has an angular diameter of only 0.5 arcseconds and is the minor planet that seems to be the greatest seen from Earth. The minor planets of the main belt, which are currently being discovered, are approximately 1 km in diameter, which is thousand times smaller than Ceres; source: NASA.

Von der Erde aus betrachtet erscheinen fast alle Kleinplaneten im Teleskop ebenso punktförmig wie Sterne. Sie können jedoch durch ihre Bewegung relativ zu den Sternen schnell erkannt werden. Deshalb fotografiert der Astronom mittels einer Digitalkamera ein Himmelsareal mehrmals in einer Nacht. Danach wird aus den Einzelaufnahmen unter Verwendung geeigneter Software ein Film erstellt, womit die Bewegung der Kleinplaneten relativ zu den Sternen sichtbar wird (Abb. 4). Findet man einen noch unbekannten Kleinplaneten, müssen dessen Himmelskoordinaten ermittelt werden. Dafür verwendet man eine für die Astrometrie geeignete Software, die anhand von Referenzsternen die Position des Objektes in Himmelskoordinaten umrechnet. Je länger man das neue Objekt verfolgt, umso genauer kann dessen Bahn in die Zukunft extrapoliert werden.

Ein Kleinplanet befindet sich zeitweise von der Erde aus gesehen hinter der Sonne in der sogenannten Konjunktion. Dann steht er am Taghimmel und kann

somit nicht beobachtet werden. Erst wenn er sich am Nachthimmel befindet, wird er beobachtbar, am besten in der Nähe seiner Opposition. Zudem hat der Kleinplanet in der Opposition seinen geringsten Erdabstand erreicht und ist somit am hellsten, was die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung stark erhöht.



Abbildung 4: Erdnaher Kleinplanet 2004 XP14 am 3.7.2006 bei seiner Bewegung am Firmament. Addition aus 43 Einzelaufnahmen. Der Kleinplanet bildet sich hier bei jeder Einzelaufnahme bereits als kurzer Strich ab, ein Effekt hervorgerufen durch die Belichtungszeit und die Eigenbewegung des Objekts; Foto: Taunus-Observatorium / Erwin Schwab.

Figure 4: Near Earth Asteroid 2004 XP14 on 2006-07-03 moving across the sky. An addition of 43 single pictures. The minor planet is detected as short trail on each single picture, which is an effect of the exposure time and the moving speed of the object; photo: Taunus Observatory / Erwin Schwab.

Die Kleinplaneten, die gegenwärtig entdeckt werden, sind sehr lichtschwach, vergleichbar mit dem Schimmern einer Kerzenflamme (Abb. 5) gesehen aus 10.000 km Entfernung (der Durchmesser der Erde beträgt rund 12.000 km). In der Einheit der Astronomen entspricht dies der Helligkeit der 21. Magnitude.

Deshalb werden große Teleskope mit besonders leistungsfähigen Digitalkameras für eine erfolgreiche Jagd benötigt. Moderne Digitalkameras sind extrem sensitiv, so dass ein Mensch, der durch das gleiche Teleskop mit seinem Auge blickt, den schwachen Kleinplaneten gar nicht sieht. Von der Digitalkamera wird er registriert und steht dem Astronomen in digitaler Form bereit zur Auswertung.



Abbildung 5: Ein Himmelsobjekt mit nur 21. Magnitude Helligkeit entspricht dem Licht einer Kerzenflamme, gesehen aus ungefähr 10.000 km Entfernung; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 5: A celestial object which has only 21. magnitude in brightness corresponds to the light of a candle flame seen from about 10000 km distance; source: Erwin Schwab.

Weltweit schicken sowohl Berufsastronomen als auch Amateurastronomen ihre Positionsmessung von Kleinplaneten an das Minor Planet Center in den USA. Aufgrund der gleichwertigen Qualität der Messungen arbeiten Amateurastronomen auf Augenhöhe mit den Fachastronomen. Das Minor Planet Center (MPC) benötigt deren Beobachtungsergebnisse zur exakten Berechnung der Bahnen. Insbesondere bei den erdnahen Kleinplaneten dient dies der Vorhersagbarkeit einer eventuellen Kollisionsgefährdung der Erde. Die Messungen des Taunus-Observatoriums werden seit Juni 2006 an das Minor Planet Center übermittelt.

3 Entdeckung von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium

Die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte am Taunus-Observatorium wurde 1998 errichtet. Mit über 100 Kleinplaneten-Entdeckungen ist das Taunus-Observatorium die erfolgreichste von einem Verein geführte Sternwarte Deutschlands. Sie ist die Außensternwarte des Physikalischen Vereins, Frankfurt. Den Verein

selbst gibt es seit 1824. Auf der Vereinssternwarte im Frankfurter Stadtteil Bockenheim, neben dem Senckenberg-Museum, wird Öffentlichkeitsarbeit betrieben, während die Taunus-Sternwarte für die Beobachtungsaktivitäten der Vereinsmitglieder zur Verfügung steht.



Abbildung 6: Kuppel und Teleskop des Taunus-Observatoriums. Am Cassegrain-Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 60 Zentimeter wurden über 100 Kleinplaneten entdeckt; Foto: Erwin Schwab.

Figure 6: The dome and the telescope of the Taunus Observatory. More than 100 minor planets were discovered at the Cassegrain telescope which has a mirror diameter of 60 centimeters; photo: Erwin Schwab.



Abbildung 7: Rainer Kling (rechts) und Erwin Schwab, die Entdecker zahlreicher Kleinplaneten wie zum Beispiel Kleinplanet (204852) Frankfurt, (224831) Neeffisis und (207687) Senckenberg. Eine professionelle Digitalkamera ist im Primärfokus des Entdeckungsteleskops angeflanscht; Foto: Erwin Schwab.

Figure 7: Rainer Kling (right) and Erwin Schwab, the discoverers of numerous minor planets, such as (204852) Frankfurt, (224831) Neeffisis and (207687) Senckenberg. A professional digital camera is mounted at the primary focus of the discovery telescope; photo: Erwin Schwab.

Am 27.11.2006, 182 Jahre nach Gründung des Physikalischen Vereins, ist dem Autor zusammen mit Rainer Kling die erste Entdeckung eines Kleinplaneten am Taunus-Observatorium gelungen. Dieser Fund bekam am 26.9.2010 den Namen Neeffisis, eine Kombination aus Christian Ernst Neeff und der Göttin Isis. Christian Ernst Neeff war Mitgründer des Physikalischen Vereins und dessen Vorsitzender. Der Verein trägt in seinem Logo die Göttin Isis. Neeffisis war jedoch nicht der Erste, der einen Namen erhalten hatte. Eine unserer späteren Entdeckungen vom 15.9.2007 bekam bereits am 9.4.2009 den Namen Frankfurt zu Ehren der Heimatstadt des Vereins.

Am 14.11.2016 wurde dem Taunus-Observatorium die 100. Entdeckung endgültig anerkannt, seitdem kamen zwei weitere hinzu, die Anzahl summiert sich somit auf 102. Das Taunus-Observatorium ist die erste von einem Verein betriebene Sternwarte in Deutschland, die die 100er-Marke geknackt hat! (Abb. 6 u. 7). Deutschlandweit erfolgreicher waren bisher nur vier Observatorien: die Berufssternwarte Heidelberg-Königstuhl mit 825 Entdeckungen, Wolf Bickel auf seiner Privatsternwarte in der Nähe von Bergisch Gladbach mit respektablen 649 Entdeckungen sowie die zwei professionellen Observatorien Tautenburg mit 541 und Hamburg-Bergedorf mit 104 Funden. In Hessen gibt es noch eine weitere erfolgreiche Vereinssternwarte, die Starkenburg-Sternwarte Heppenheim, die bisher 55 Entdeckungen verbuchen konnte. An dieser Sternwarte hat der Autor bereits im Alter von 16 Jahren Kleinplaneten beobachtet.

Am 25.2.2009 gelang die Entdeckung eines der Erde gefährlich nahe kommenden Kleinplaneten. Das Objekt mit der vorläufigen Bezeichnung 2009 DM45 war die fünfte Entdeckung eines so genannten Potentially Hazardous Asteroid (PHA), die eine deutsche Sternwarte für sich verbuchen konnte, und es ist seitdem auch die letzte von deutschem Boden. Der Asteroid mit einem Durchmesser von ungefähr 150 Metern kam bei seinem Vorbeiflug der Erde bis auf 5,7-facher Mondentfernungen nahe. Für Februar 2023 ist wieder eine Erdannäherung berechnet worden. Dann wird er in einem sicheren Abstand von 50 Mio. km an der Erde vorbei sausen.

Die anderen Funde am Taunus-Observatorium gehören fast alle zum Kleinplaneten-Hauptgürtel. Einer gehört zur Gruppe der Marsbahnkreuzer. Vier Entdeckungen sind in Jupiter-Entfernung, sogenannte Jupiter-Trojaner, welche mit 5 bis 13 Kilometer Durchmesser auch unsere größten Funde sind.

Leider dauert es Jahre, manchmal sogar Jahrzehnte, bis der Entdecker eines Kleinplaneten endgültig festgelegt wird. Denn es ist nicht die Ausnahme, dass Kleinplaneten mehrmals entdeckt werden, sondern die Regel. Der Grund hierfür ist, dass es sehr viele Objekte gibt, deren Bahnen unzureichend bekannt sind. Oftmals können mutmaßliche Entdeckungen nur über einen sehr kurzen Zeitraum beobachtet werden. Die Folge ist dann ein ungenau ermittelter Orbit, und diese Ungenauigkeit wird immer größer, je weiter man in die Zukunft rechnet.

4 Erst- und Mehrfachentdeckung von Kleinplaneten

Befindet sich nun ein Kleinplanet an einer Stelle am Firmament, wo laut aktueller Kenntnis keiner sein dürfte, dann könnte es ein Neuling sein, es muss aber nicht. Es kann auch ein Kleinplanet sein, dessen Bahnelemente stark fehlerbehaftet sind und er sich deshalb weitab von seiner berechneten Position befindet. Dem mutmaßlich neuen Objekt wird eine vorläufige Bezeichnung gegeben, die sogenannte Designation, welche dem Finder nur als vorläufige Entdeckungsbestätigung dient.

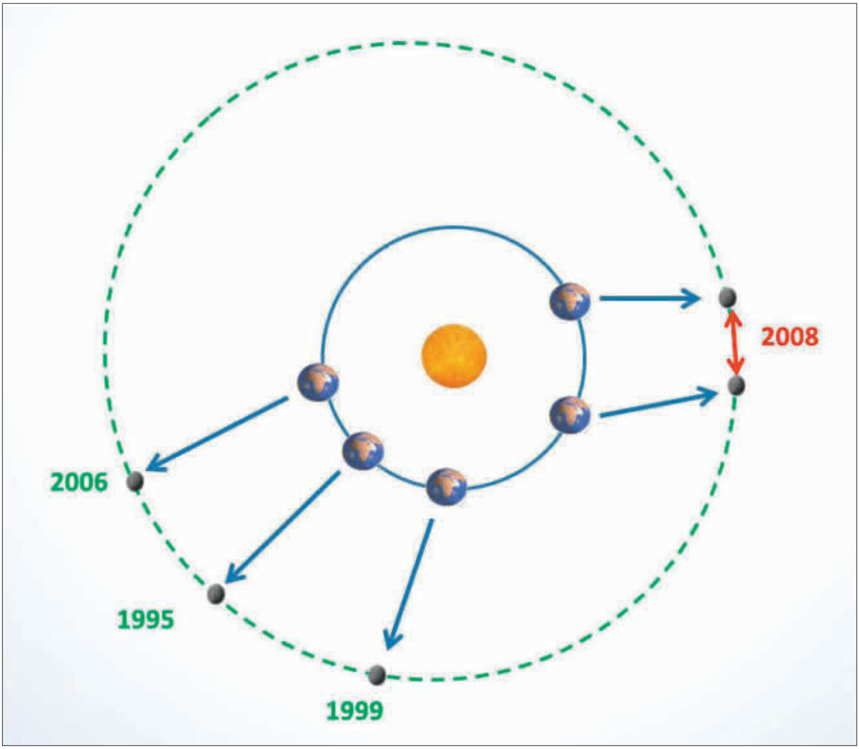


Abbildung 8: Sonnensystemansicht mit den Positionen eines Kleinplaneten und der Erde zum jeweiligen Oppositionszeitpunkt. Erst die Beobachtungen in der Opposition des Jahres 2008, die sich über einen langen Zeitraum von 2 Monaten erstreckten, brachten Klarheit, und die Identität mit den anderen Messungen aus den Jahren 1995, 1999 und 2006 konnte festgestellt werden; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 8: The Solar system view with the positions of a minor planet and the earth at the relevant opposition times. Only the observations in the opposition in 2008, which lasted over a long period of two months, brought clarity, and the identity with the other measurements from the years 1995, 1999 and 2006 could be determined; source: Erwin Schwab.

An folgendem Beispiel wird gezeigt, dass es viele Mehrfachentdeckungen geben kann. Es handelt sich um einen Kleinplaneten, der fünf Mal entdeckt wur-

de und folgende vorläufige Bezeichnungen bekam: 1995 UZ53, 1999 XL246, 2006 SR87, 2006 UP322 und 2008 EU7. In der Opposition 1995 wurde er nur an zwei Nächten und 1999 nur in einer Nacht beobachtet. Das sind jeweils viel zu geringe Zeitspannen, um zuverlässig eine Bahn berechnen zu können.

In der Opposition im Jahre 2006 wurde er gleich zweimal gesichtet, im September und Oktober. Es wurde jedoch nicht festgestellt, dass es sich dabei um das gleiche Objekt handelt, ebenso wegen der zu kurzen Zeitspannen der Beobachtungen. Erst die Entdeckung im Jahr 2008 brachte dann die Erkenntnis, dass es sich bei all diesen Messungen um den gleichen Kleinplaneten handelt – die Identität wurde gefunden. Denn die im Jahre 2008 eingereichten Messungen erstreckten sich über eine Zeitspanne von zwei Monaten, ausreichend für eine Bahnbestimmung, mit der man die Verbindung zu den anderen Beobachtungen herstellen konnte – die „missing links“ konnten verknüpft werden (Abb. 8).

Nachdem Identitäten zwischen mehreren Entdeckungen gefunden sind, kann es letztendlich aber nur einen einzigen endgültigen Entdecker geben! Es ist die Aufgabe des Minor Planet Centers, den endgültigen Entdecker nach einer bestimmten Regel festzulegen. Im gezeigten Beispiel bekam der Entdecker des 2008 EU7, also sogar die jüngste Sichtung, den Zuschlag. Die Entdecker der anderen vier vorläufigen Bezeichnungen 1995 UZ53, 1999 XL246, 2006 SR87 und 2006 UP322 hatten somit Pech gehabt. Ungewöhnlich ist eine fünfmalige Entdeckung nicht. Beim Kleinplanet (2675) Tolkien stellte man die Identitäten sogar erst nach der zwölften Entdeckung fest. Hat die berechnete Bahn letztendlich aufgrund vieler Messungen eine hohe Genauigkeit erreicht, erhält der Kleinplanet eine finale Nummer und der Astronom, der als endgültiger Entdecker festgelegt wurde, darf einen Namens-Vorschlag einreichen. Inzwischen liegt die Anzahl der Kleinplaneten mit gut bekannten Bahnelementen bei über 500.000.

5 Die Kleinplaneten erhalten Namen

Von den Entdeckungen am Taunus-Observatorium haben inzwischen 30 kleine Planeten einen Namen erhalten. Mitglieder sowie Gönner des Physikalischen Vereins wurden durch die Namensgebung folgender Kleinplaneten geehrt: (224831) Neeffisis, (189398) Soemmerring, (243109) Hansludwig, (251595) Rudolfböttger, (207687) Senckenberg, (225250) Georgfranziska und (241136) Sandstede.

Nach Städten benannt wurden (204852) Frankfurt, (243440) Colonia, (256813) Marburg, (295565) Hannover, (266711) Tuttlingen, (281140) Trier, (207763) Oberursel und (367436) Siena. Die Kleinplaneten (293809) Zugspitze und (293909) Matterhorn erhielten die Namen von Gebirgen.

Der in Frankfurt geborene Nobelpreisträger Gerd Binnig durfte sich über (216390) Binnig freuen. (192220) Oicles und (221917) Opites sind die Namen von zwei unserer vier Jupiter-Trojaner, diese mussten nach Helden des Trojanischen Krieges benannt werden. (418532) Saruman und (378214) Sauron erhiel-

ten Namen der Bösewichte aus „Herr der Ringe". (283142) Weena ist der Name der weiblichen Hauptfigur aus dem Roman „Die Zeitmaschine". Wer begeistert ist von der satirischen deutschen Science Fiction-Serie „Ijon Tichy: Raumpilot", durfte sich über die Benennung der Kleinplaneten (343000) Ijontichy und (343444) Halluzinelle freuen. Zu kurz kamen auch nicht die Freunde der Star Wars-Episoden mit den Benennungen (278141) Tatooine, der Wüstenplanet, und (274020) Skywalker. Letzterer löste die größte Resonanz in der Presse aus und schaffte es bis in die Fernsehnachrichten.

Eine der größten Ehrungen, die ein Astronom erhalten kann, ist die Benennung eines Himmelskörpers. Von den vier Entdeckern am Taunus Observatorium – Rainer Kling, Erwin Schwab, Stefan Karge und Ute Zimmer – haben bisher drei diese Anerkennung erhalten: Die Kleinplaneten (185638) Erwinschwab und (185639) Rainerkling wurden am spanischen Observatorio de la Sagra entdeckt und der Kleinplanet (378917) Stefankarge am Tzec Maun Observatory in den USA. Bei den Kleinplanetenforschern ist es Tradition, dass niemand seine eigene Entdeckung nach sich selbst benennt, sondern man wird von anderen Observatorien mit dieser Auszeichnung für seine wissenschaftliche Arbeit honoriert.

6 Literatur

Schwab, E. (2016): Kleinplaneten-Entdeckungen in Deutschland. – 48 S., 85 Abb; Berlin (Neopubli Verlag).

Erwin Schwab
Westendstr. 8
D-63329 Egelsbach
e.schwab@gsi.de

Manuskripteingang: 2. April 2019